



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 06 075 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 04 B 53/14**  
F 01 B 31/26  
F 16 J 1/00

②1 Aktenzeichen: 197 06 075.7  
②2 Anmeldetag: 17. 2. 97  
④3 Offenlegungstag: 20. 8. 98

**DE 197 06 075 A 1**

⑦1 **Anmelder:**  
Brueninghaus Hydromatik GmbH, 89275 Elchingen,  
DE  
  
⑦4 **Vertreter:**  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

⑦2 **Erfinder:**  
Beck, Josef, 72401 Haigerloch, DE

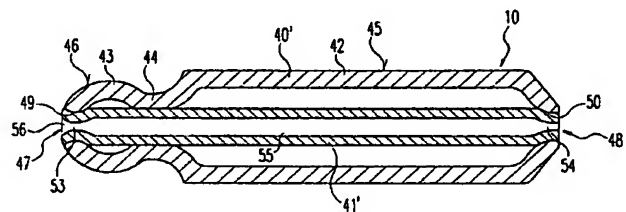
⑤6 **Entgegenhaltungen:**  
DE 39 19 329 C1  
DE 38 04 424 C1  
DE 34 06 782 C2  
DE 36 09 892 A1  
US 30 68 563

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Kolben für eine hydrostatische Maschine**

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Kolben (10) für eine hydrostatische Maschine (1) und ein entsprechendes Herstellungsverfahren.  
Bei einem gattungsgemäßen Herstellungsverfahren wird der Kolben (10) zu einem Schaftteil (42) und einem über ein Halsteil (44) mit dem Schaftteil (42) verbundenen Kugelgelenkteil (46) aus einem Rohling (40) ausgeformt.  
Entsprechend der erfindungsgemäßen Weiterbildung wird in den Rohling (40) des Außenrohres (40') vor dessen Verformung ein weiterer Rohling (41) für ein Innenrohr (41') eingeführt. Nach der Verformung der beiden Rohlinge (40, 41) entsteht ein Hohlkolben (10) mit einem oder mehreren Hohlräumen (51, 52) zwischen dem Innenrohr (41') und dem Außenrohr (40').



**DE 197 06 075 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kolben für eine hydrostatische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, und ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Kolbens.

Die bei Axialkolbenmaschinen üblicherweise eingesetzten Massivkolben setzen einem Betrieb mit höheren Drehzahlen Grenzen. Bei erhöhten Drehzahlen ergeben sich Festigkeitsprobleme für die Zylinder aufgrund der großen Fliehkräfte und für die Kolben-Rückhalteinrichtung aufgrund der großen Massenkräfte sowie thermische Probleme an den Berührungsflächen zwischen Kolben und Zylindern aufgrund der aus den Fliehkräften resultierenden Reibungskräfte. Um Axialkolbenmaschinen mit erhöhter Drehzahl zu betreiben, werden daher Hohlkolben eingesetzt.

Hohlkolben sind in verschiedener Bauweise bereits bekannt und werden in der Regel mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens hergestellt. Bauformen mit einem zum Arbeitszylinder hin offenen Hohlraum haben den Nachteil, daß der Hohlraum bei jedem Kolbenhub mit Druckfluid gefüllt wird. Dies hat zur Folge, daß dieser Volumenbereich bei jedem Kolbenhub komprimiert und wieder entspannt wird, was zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades führt. Deshalb ist es vorteilhaft, den Hohlraum der Hohlkolben abzuschließen. Dabei war es bislang üblich, die Hohlkolben mit einem Deckel zu verschließen, der mit dem Hauptkörper des Kolbens durch Drehtreibeisweißen, Elektronenstrahlschweißen oder Laserschweißen verbunden ist. Derartige Hohlkolben sind z. B. aus der DE-OS 23 64 725 bekannt. Mittels Elektronenstrahl- oder Laserschweißen hergestellte Hohlkolben gehen z. B. aus der DE 36 02 651 A1 und der US 33 19 575 hervor.

Diesen bekannten Hohlkolben ist gemeinsam, daß der Hauptkörper und der Deckel in einem aufwendigen, zerspanenden Verfahren vorgefertigt werden müssen, bevor der Deckel mit dem Hauptkörper verschweißt wird. Nachfolgend ist die Außenkontur des Kolbens in einem weiteren spanenden Bearbeitungsschritt zu überarbeiten und die Zentralbohrung für die Zuführung des Druckfluids an die Drucktaschen der mit den Kugelhöfen verbundenen Gleitschuhe anzubringen. Insgesamt ergibt sich daher für die bekannten Hohlkolben ein relativ aufwendiges und kostenintensives Fertigungsverfahren. Zudem ist ein relativ großer Materialeinsatz notwendig.

Die Erfindung geht daher von einem aus einem rohrförmigen Rohling hergestellten Kolben entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus, das aus der DE 34 06 782 C2 bekannt ist. Das Verfahren zur Herstellung dieser Kolben ist relativ kostengünstig, da spanende Bearbeitungsschritte nicht notwendig sind, sondern der Kolben durch Rollen oder Walzen aus einem rohrförmigen Rohling in besonders einfacher Weise gewonnen wird. Mit diesem bekannten Verfahren war es jedoch bislang nicht möglich, Hohlkolben mit einem zum Arbeitszylinder der hydrostatischen Maschine hin abgeschlossenen Hohlraum herzustellen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, daß es aus der DE 37 32 648 C2 bekannt ist, in einen mittels eines zerspanenden Fertigungsverfahrens hergestellten zum Arbeitszylinder der Axialkolbenmaschine hin offenen Hohlkolben eine rohrförmige Hülse einzusetzen und den Hohlraum zwischen der Hülse und dem Hohlkolben mittels eines Leichtmaterials auszugießen. Das Innenrohr erstreckt sich dabei jedoch nicht bis in den Bereich des Kugelhöfens und der Kugelhöf wird nicht durch ein verformtes Außenrohr, sondern durch einen in einem aufwendigen Zerspanungsverfahren hergestellten Massivkörper gebildet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hohl-

kolben für eine hydrostatische Maschine mit zumindest einem abgeschlossenen Hohlraum zu schaffen, der besonders einfach beschaffen ist, und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Hohlkolbens anzugeben, das mit kostensparenden Fertigungsschritten und einem geringen Materialbedarf auskommt.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des erfindungsgemäßen Kolbens durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen und bezüglich des Herstellungsverfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 7 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das bekannte Verformungsverfahren zur Ausbildung eines Kolbens aus einem rohrförmigen Rohling zur Herstellung eines Hohlkolbens weitergebildet werden kann, in dem ein zweiter rohrförmiger Rohling Verwendung findet, der als Innenrohr in den als Außenrohr fungierenden ersten Rohling vor der Verformung eingeschoben wird. Das Außenrohr wird dann so weit verformt, bis dieses zumindest in den Endbereichen an dem Innenrohr anliegt. Durch weitere Verformung wird in dem Innenrohr eine Mulde oder eine Schulter ausgebildet, die die axiale Fixierung des Innenrohres an dem Außenrohr bewirkt. Dabei entsteht ein Kolben mit einem zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr ausgebildeten, nach außen abgeschlossenen Hohlraum. Der Kolben ist in einem Rundknetformverfahren ohne jeglichen zerspanenden Fertigungsschritt herstellbar. Dieses Herstellungsverfahren ist insbesondere bei der Serienfertigung von großen Stückzahlen besonders kostensparend. Ferner ergibt sich im Gegensatz zu einem spanenden Fertigungsverfahren eine besonders gute Materialausnutzung, was insbesondere bei der Verwendung relativ teurer Legierungen von besonderer Wichtigkeit ist. Das Einbringen einer Zentralbohrung für die Zuleitung des Druckfluids an die Gleitschuhe entfällt aufgrund der Verwendung des rohrförmigen Innen-Rohlings. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß für das Innenrohr ein relativ kostengünstiges Material verwendet werden kann, da es geringeren Belastungen unterworfen ist als das Außenrohr. Dadurch können weitere Fertigungskosten eingespart werden.

Die Ansprüche 2 bis 6 beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kolbens.

Besonders vorteilhaft kann auch im Bereich des Kugelgelenkteils zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr ein weiterer Hohlraum entsprechend Anspruch 2 ausgebildet sein. Dadurch wird das Gewicht des erfindungsgemäßen Kolbens weiter reduziert. Entsprechend Anspruch 3 kann das Außenrohr im Bereich des Kugelgelenkteils mit dem Schaftteil verbindenden Halsteil an dem Innenrohr bündig anliegen. Bei der Verformung des Außenrohrs definiert dabei das Innenrohr den Verformungsdurchmesser des Halsteils.

Entsprechend Anspruch 4 kann das Innenrohr an dem kugelpfseitigen Ende und/oder an dem schaftseitigen Ende, aber auch im Bereich des Halsteils eine Mulde und/oder eine Schulter aufweisen, die bei der Verformung des Außenrohrs und des Innenrohrs ausgebildet wird, so daß das Außenrohr in diesem Bereich an dem Innenrohr eng anliegt. Auf diese Weise wird eine axiale Fixierung des Innenrohrs in dem Außenrohr erzielt.

Im Bereich der Mulde und/oder der Schulter kann entsprechend Anspruch 5 der Öffnungsquerschnitt des Innenrohrs so weit verengt sein, daß eine Strömungsdrossel entsteht. Der Öffnungsquerschnitt der Strömungsdrossel ist durch die Verformung des Innenrohrs einstellbar.

Die Ansprüche 8 bis 12 beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

Entsprechend Anspruch 9 kann das Außenrohr so ver-

formt werden, daß es auch im Bereich des Halsteils an dem Innenrohr anliegt. Dadurch wird die Festigkeit und Biege-  
steifigkeit des erfindungsgemäßen Kolbens weiter verbessert. Entsprechend Anspruch 10 kann bei der Verformung des Innenrohrs dieses vorteilhaft so weit verformt werden, daß im Bereich der der axialen Fixierung dienenden Mulde und/oder Schulter eine Strömungsdrossel mit vorgebbarem Öffnungsquerschnitt ausgebildet wird. Der Öffnungsquerschnitt der Strömungsdrossel kann entsprechend Anspruch 11 dadurch festgelegt werden, daß vor der Verformung des Innenrohrs in dieses ein Fixierungskörper eingeführt wird, der nach der Verformung des Innenrohrs wieder entfernt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1A** einen axialen Längsschnitt durch den Rohling des Außenrohrs zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kolbens,

**Fig. 1B** einen axialen Längsschnitt durch den Rohling des Innenrohrs zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kolbens,

**Fig. 1C** einen axialen Längsschnitt durch den erfindungsgemäßen Kolben nach der Verformung des Außen- und Innenrohrs,

**Fig. 1D** einen axialen Längsschnitt durch den erfindungsgemäßen Kolben in seinem Fertigzustand, und

**Fig. 2** einen axialen Längsschnitt durch eine Axialkolbenmaschine, bei welcher der erfindungsgemäße Kolben einsetzbar ist.

Um das Verständnis der Erfindung zu erleichtern, wird zunächst anhand von **Fig. 2** eine Axialkolbenmaschine beispielhaft beschrieben, bei welcher die erfindungsgemäßen Hohlkolben zum Einsatz kommen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Axialkolbenmaschinen begrenzt. Vielmehr können die erfindungsgemäßen Hohlkolben bei unterschiedlichen Kolbenmaschinen eingesetzt werden. Die in **Fig. 2** dargestellte Axialkolbenmaschine 1 ist nicht mit erfindungsgemäßen, sondern konventionellen Hohlkolben ausgerüstet.

Die in **Fig. 2** dargestellte Axialkolbenmaschine 1 ist in Schrägscheibenbauweise mit verstellbarem Verdrängungsvolumen ausgeführt und umfaßt in bekannter Weise als wesentliche Bauteile ein hohlzylindrisches Gehäuse 2, einen am Gehäuse 1 befestigten Anschlußblock 3, eine Schrägscheibe 4, einen Steuerkörper 5, eine Triebwelle 6 und eine Zylindertrommel 7, in welcher die Zylinderbohrungen 8, 9 radial gleichmäßig verteilt angeordnet sind. In den Zylinderbohrungen 8, 9 sind die Hohlkolben 10, 11 verschiebbar angeordnet, wobei sich die im Ausführungsbeispiel als Kugelhälften 12, 13 ausgebildeten Kugelhälften der Hohlkolben 10, 11 über Gleitschuhe 14, 15 an der Schrägscheibe 4 abstützen.

Eine in einer Ausbuchtung 16 des Gehäuses 2 untergebrachte Stelleinrichtung 17 greift über einen sich in Richtung auf den Anschlußblock 3 erstreckenden Arm 18 an der Schrägscheibe 4 an und dient zum Verschwenken derselben um eine zur Schwenkrichtung senkrechte Schwenkachse.

Der Steuerkörper 5 ist an der dem Gehäuse-Innenraum zugewandten Innenfläche des Anschlußblocks 3 befestigt und mit zwei durchgehenden Öffnungen in Form von nierenförmigen Steuerschlitzen 19, 20 versehen, die über einen Druckkanal 21 bzw. Saugkanal 22 im Anschlußblock 3 an eine nicht gezeigte Druck- bzw. Saugleitung angeschlossen sind. Die dem Gehäuse-Innenraum zugewandte und sphärisch ausgebildete Steuerfläche des Steuerkörpers 5 dient als Lagerfläche für die Zylindertrommel 7.

Die Triebwelle 6 ragt durch eine Durchgangsbohrung in der Gehäuse-Stirnwand 23 in das Gehäuse 2 hinein und ist mittels eines Lagers 24 in dieser Durchgangsbohrung sowie

mittels eines weiteren Lagers 25 im Anschlußblock 3 drehbar gelagert. Die Zylindertrommel 7 ist mittels einer Keilnut-Verbindung 26 drehfest mit der Triebwelle 6 verbunden.

Die Zylinderbohrungen sind mit Mündungskanälen 27, 28 versehen, die auf dem gleichen Teilkreis wie die Steuerschlitze 19, 20 des Steuerkörpers 5 ausmünden. In die Zylinderbohrungen 8, 9 ist je eine Laufbuchse 29, 30 eingesetzt. Jeder Gleitschuh 14, 15 ist an seiner der Gleitscheibe 31 der Schrägscheibe 4 zugewandten Gleitfläche mit je einer nicht gezeigten Drucktasche versehen, die über je eine Durchgangsbohrung 32, 33 im Gleitschuh 14, 15 an einem abgestuften, axialen Durchgangskanal 34, 35 im zugehörigen Kolben 10, 11 angeschlossen und auf diese Weise mit dem vom Kolben 10, 11 in der Zylinderbohrung 8, 9 abgegrenzten Arbeitsraum des Zylinders verbunden ist.

Hinsichtlich der detaillierten Beschreibung einer Axialkolbenmaschine dieser Bauart wird auf die DE 44 23 023 A1 verwiesen.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Weiterbildung an den Hohlkolben 10, 11.

Die **Fig. 1A** und **1B** zeigen die beiden rohrförmigen Rohlinge 40 und 41 für den in **Fig. 1C** in einem Zwischenzustand und in **Fig. 1D** in seinem Fertigzustand dargestellten erfindungsgemäßen Hohlkolben 10' bzw. 10. Die **Fig. 1A** und **1B** zeigen jeweils einen axialen Schnitt durch die Rohlinge 40 und 41, während die **Fig. 1C** und **1D** einen axialen Schnitt durch den gesamten erfindungsgemäßen Hohlkolben 10 zeigen. Der in **Fig. 1A** dargestellte hohlzylinderförmige Rohling 40 mit gleichförmiger Wandstärke bildet das Außenrohr 40' des erfindungsgemäßen Hohlkolbens 10, während der hohlzylinderförmige Rohling 41 mit ebenfalls gleichförmiger Wandstärke das Innenrohr 41' des erfindungsgemäßen Hohlkolbens 10 bildet.

Zur Herstellung des in **Fig. 1C** dargestellten Zwischenstücks wird der Rohling 41 des Innenrohrs 41' in den Rohling 40 des Außenrohrs 40' eingeführt und sodann der Rohling 40 des Außenrohrs 40' so verformt, daß in der in **Fig. 1C** dargestellten Weise das Schaftteil 42 das Kugelgelenkteil 43 und das Kugelgelenkteil 43 mit dem Schaftteil 42 verbindende Halsteil 44 ausgebildet werden. Dies geschieht vorzugsweise durch Rollen oder -Rundkneten des Rohlings 41 in einer die Außenkontur des Hohlkolbens in dem in **Fig. 1C** dargestellten Zwischenzustand vorgebenden Matrize. Vorzugsweise werden die Rohlinge 40 und 41 im kalten Zustand verformt. Das Schaftteil 42 weist nach der Verformung des das Außenrohr 40' bildenden Rohlings 40 eine Zylinderfläche 45 auf, die die Lauffläche des erfindungsgemäßen Kolbens 10 vergibt. Ferner wird die sphärische Fläche 46 für das Kugelgelenkteil 43 ausgeformt. Das Kugelgelenkteil 43 ist vorzugsweise ein Kugelkopf entsprechend dem in den **Fig. 1C** und **1D** dargestellten Ausführungsbeispiel, das mit einer in den Gleitschuhen 14, 15 ausgebildeten sphärischen Ausnehmung zusammenwirkt. Es ist jedoch auch umgekehrt denkbar, daß das Kugelgelenkteil 43 der Hohlkolben 10 als sphärische Ausnehmung ausgebildet ist und mit einem entsprechenden Kugelkopf des zugeordneten Gleitschuhs 14 bzw. 15 zusammenwirkt.

Bei der Verformung des das Außenrohr 40' bildenden Rohlings 40 wird dieser zunächst so weit verformt, daß das Außenrohr 40' an dem Innenrohr 41' an dem kugelgelenkteilseitigen Ende 47 und an dem schaftseitigen Ende 48 zur Anlage gebracht wird. Vorzugsweise wird das Außenrohr 40' im Bereich des Halsteils 44 des weiteren so weit verformt, daß das Außenrohr 40' dort an dem Innenrohr 41' bündig anliegt. Der Durchmesser des Halsteils 44 ist dann durch den Außendurchmesser des Innenrohrs 41' und die Wandstärke des Außenrohrs 40' vorgegeben. Nachfolgend wird das Außenrohr 40' in dem kugelgelenkseitigen Endbe-

reich 47 und dem schaftteilseitigen Endbereich 48 noch weiter mit einer radial nach innen gerichteten Verformungskraft verformt, so daß das Innenrohr 41' nach innen eingedrückt wird. Dabei entsteht im dargestellten Ausführungsbeispiel an dem kugelgelenkseitigen Ende 47 eine Mulde 49 des Innenrohrs 41' und an dem schaftteilseitigen Ende 48 eine Schulter 50 des Innenrohrs 41'. Das Außenrohr 40' und das Innenrohr 41' werden in diesem Bereich plastisch so verformt, daß das Außenrohr 40' an dem Innenrohr 41' im Bereich der Mulde 49 und der Schulter 50 enganliegt. Auf diese Weise wird eine Fixierung des Innenrohrs 41' an dem Außenrohr 40' erzielt. Zusätzlich ist es auch denkbar, das Innenrohr 41' im Bereich des Halsteils 44 muldenartig zu verformen, so daß im Bereich des Halsteils eine zusätzliche axiale Fixierung zwischen dem Innenrohr 41' und dem Außenrohr 40' geschaffen wird.

Der Außendurchmesser des Innenrohrs 41' und der Innendurchmesser des Außenrohrs 40' sind dabei so aufeinander abgestimmt, daß zumindest im Bereich des Schaftteils 45 ein ringförmiger Hohlraum 51 geschaffen wird. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel der Fig. 1C und 1D ebenfalls dargestellt wird auch im Bereich des Kugelgelenkteils 43 ein weiterer ringförmiger Hohlraum 52 zwischen dem Innenrohr 41' und dem Außenrohr 40' geschaffen. Die beiden Hohlräume 51 und 52 sind nach außen durch Zusammenknüten des Außenrohrs 40' mit dem Innenrohr 41' an dem kugelgelenkseitigen Endbereich 42 und dem schaftteilseitigen Endbereich 48 hermetisch abgeschlossen und vorzugsweise flüssigkeitsdicht abgedichtet, so daß das Eindringen von Druckfluid in diese Rohre 41 und 42 verhindert wird. Bei Bedarf können das Innenrohr 41' und das Außenrohr 40' zusätzlich miteinander verschweißt werden.

Die Hohlräume 51 und 52 bewirken eine erhebliche Gewichtsreduzierung des erfindungsgemäßen Hohlkolbens 10 gegenüber konventioneller Kolben in Massivbauweise, so daß die von den Kolben 10 ausgeübten Fliehkräfte und Massenkräfte erheblich reduziert sind. Eine weitere Gewichtsreduzierung läßt sich dadurch erreichen, daß das Innenrohr 41' aus einem Material mit geringem spezifischen Gewicht, z. B. Aluminium, gefertigt ist. Dies ist möglich, da das Innenrohr 41' im Vergleich zu dem Außenrohr 40' einer erheblich geringeren mechanischen Belastung ausgesetzt ist. Andererseits ist es auch möglich, für das Innenrohr 41' ein kostengünstiges Material geringerer Güte zu verwenden, so daß die Herstellungskosten für die erfindungsgemäßen Hohlkolben 10 weiter gesenkt werden.

In vorteilhafter Weise wirken die an dem Innenrohr 41' ausgebildete Mulde 49 und die Schulter 50 zugleich als Strömungsdrossel, so daß das den Drucktaschen der Gleitschuhe 14, 15 über den Innenraum 55 des Innenrohrs 41' zufließende Druckfluid gedrosselt wird. Der erwünschte Öffnungsquerschnitt der Strömungsdrosseln 53 und 54 ist über die Verformung des Innenrohrs 41' im Bereich der Mulde 49 und der Schulter 50 einstellbar. Die Variation des Öffnungsquerschnitts der Strömungsdrosseln 53 und 54 kann entweder durch Verwendung unterschiedlicher Matrizen oder unterschiedlicher radialer Anpreßkräfte erfolgen. In vorteilhafter Weise kann ein nicht dargestellter, z. B. hohlzylinderförmiger oder zylinderförmiger Fixierungskörper in das Innenrohr 41' im Bereich der Mulde 49 und/oder der Schulter 50 eingeführt werden, der den verbleibenden Öffnungsquerschnitt bei der Verformung des Innenrohrs 41' definiert. Nach der Verformung des Innenrohrs 41' kann der Fixierungskörper entfernt werden.

Des weiteren entsteht durch die Mulde 49 die ebenfalls erwünschte trompetenförmige Öffnung 56 an der kugelgelenkseitigen Ausmündung des Innenraums 55 des Innenrohrs 41'. Diese trompetenförmige Öffnung 46 wirkt mit ei-

ner entsprechenden trompetenförmigen Öffnung in dem zugeordneten Gleitschuh 14, 15 zusammen, so daß die Druckfluid-Verbindung zwischen dem Hohlkolben 10 und den Gleitschuhen 14, 15 in jeder Winkelstellung der Hohlkolben 10 sichergestellt ist.

Fig. 1D zeigt den erfindungsgemäßen Hohlkolben 10 in seinem Fertigzustand. Der erfindungsgemäße Hohlkolben 10 wurde entlang der strichpunktierten Konturlinie 57 in Fig. 1C vorzugsweise mit einem zerspannenden Bearbeitungsschritt einer Überarbeitung unterzogen, um den erfindungsgemäßen Hohlkolben 10 in der erwünschten Endkontur zu erhalten. Je nach der gewünschten Außenkontur des erfindungsgemäßen Hohlkolbens 10 kann dieser Endbearbeitungsschritt jedoch auch entfallen oder lediglich auf eine Bearbeitung der Laufflächen 45 z. B. durch Schleifen beschränkt werden.

Durch die erfindungsgemäße Weiterbildung wird ein Hohlkolben 10 mit geringem Gewicht erzielt, der äußerst kostengünstig herstellbar ist.

#### Patentansprüche

1. Kolben (10) für eine hydrostatische Maschine (1) mit einem Außenrohr (40'), das zu einem Schaftteil (42) und einem über ein Halsteil (44) mit dem Schaftteil (42) verbundenes Kugelgelenkteil (43) ausgeformt ist, **gekennzeichnet durch** ein sich im Inneren des Außenrohrs (40') über dessen gesamte Länge erstreckendes Innenrohr (41'), das an dem Außenrohr (40') an dem gemeinsamen kugelgelenkseitigen Ende (47) und an dem gemeinsamen schaftteilseitigen Ende (48) dichtend fixiert ist, wobei der Außendurchmesser des Innenrohrs (41') und der Innendurchmesser des Außenrohrs (40') so bemessen sind, daß zumindest im Bereich des Schaftteils (42) zwischen dem Innenrohr (41') und dem Außenrohr (40') ein Hohlraum (51) ausgebildet ist.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Kugelgelenkteils (46) zwischen dem Innenrohr (41') und dem Außenrohr (40') ein weiterer Hohlraum (52) ausgebildet ist.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenrohr (40') im Bereich des Halsteils (44) an dem Innenrohr (41') anliegt.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem kugelgelenkseitigen Ende (47) und/oder an dem schaftteilseitigen Ende (48) und/oder im Bereich des Halsteils (44) an dem Innenrohr (41') eine Mulde (49) und/oder eine Schulter (50) ausgeformt ist, in bzw. an welcher das Außenrohr (40') zur axialen Fixierung des Innenrohrs (41') eng anliegt.
5. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Mulde (49) und/oder der Schulter (50) der Öffnungsquerschnitt des Innenrohrs (41') so weit verengt ist, daß eine Strömungsdrossel (53, 54) gebildet ist, die die Strömung eines Druckfluids durch das Innenrohr (41') drosselt.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Festigkeit des Außenrohrs (40') größer ist als die Festigkeit des Innenrohrs (41').
7. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Einführen eines Rohlings (41') für das Innenrohr (41') in einen Rohling (40) für das Außenrohr (41'), und
  - Verformen des Rohlings (40) des Außenrohrs (40') zur Ausbildung des Schaftteils (42), des Ku-

gelgelenkteils (46) und des Halsteils (44), so daß das Außenrohr (40') an dem Innenrohr (41') an dem gemeinsamen kugelgelenkteilseitigen Ende (47) und dem gemeinsamen schaftteilseitigen Ende (48) anliegt.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch weiteres Verformen des Außenrohres (40') gemeinsam mit dem Innenrohr (41') bis an dem Innenrohr (41') eine Mulde (49) und/oder eine Schulter (50) ausgebildet ist, in welcher das Innenrohr (41') an dem Außenrohr (40') fixiert ist.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenrohr (40') so verformt wird, daß es auch im Bereich des Halsteils (44) an dem Innenrohr (41') anliegt.

15

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenrohr (41') so weit verformt wird, bis im Bereich der Mulde (49) und/oder der Schulter (50) eine Strömungsdrossel (53, 54) mit vorgebbarem Öffnungsquerschnitt ausgebildet ist.

20

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Verformung des Innenrohres (41') in dieses ein insbesondere hohlzylinderförmiger oder zylinderförmiger Fixierungskörper eingeführt wird, der den Öffnungsquerschnitt der Strömungsdrossel (43, 44) festlegt und nach der Verformung des Innenrohres (41') aus diesem entfernt wird.

25

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur (57) des Kolbens (10) mittels eines insbesondere zerspanenden Bearbeitungsverfahrens überarbeitet wird.

30

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

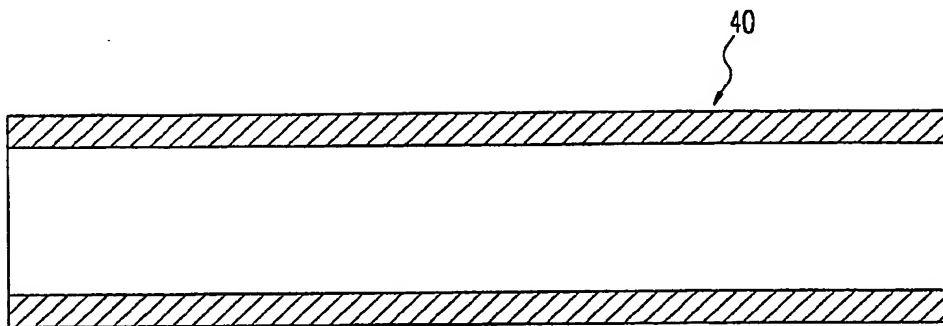


Fig. 1A



Fig. 1B

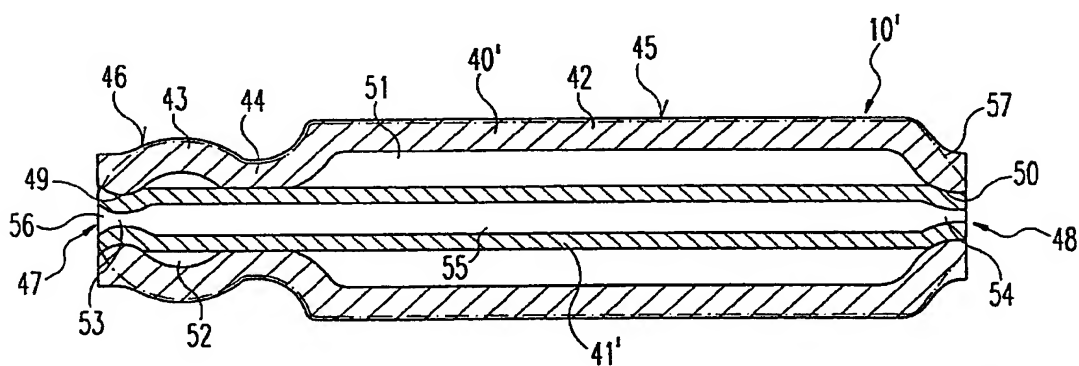


Fig. 1C

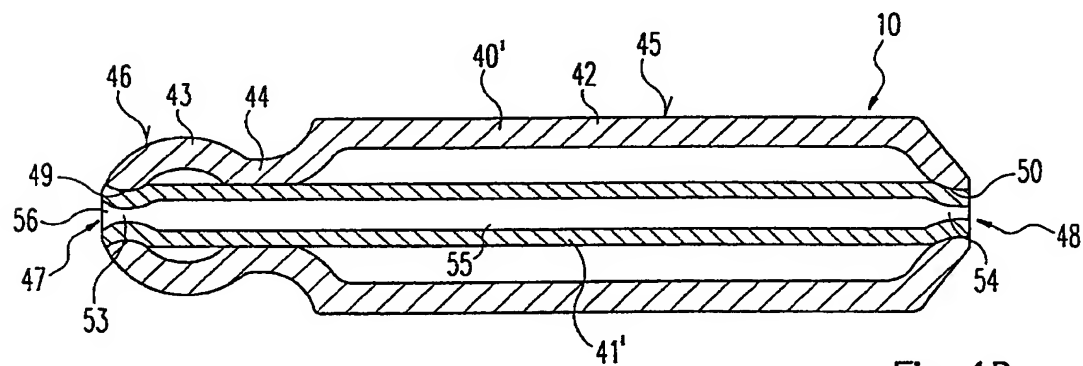


Fig. 1D

